第33卷 第4期　　昆虫学报　　Vol. 33. No. 4
1990年11月　　ACTA ENTOMOLOGICA SINICA　　Nov., 1990

越冬中华按蚊生理生态的研究

薛瑞德　陆宝麟　景马驹*
（微生物流行病研究所，北京**）

摘要　中华按蚊 *Anopheles sinensis* 以成蚊越冬。在上海、无锡从11月至3月上旬当气温超过10℃时，于畜棚可诱捕到新饱血蚊。卵巢发育观察表明，71.5%为发育蚊，吸血蚊生殖营养协调。另外还捕到个别经产蚊(1.3%)。采自户外草堆等处的越冬蚊人工喂血与卵巢发育观察表明，64%为滞育蚊，35%为静止的发育蚊。滞育蚊出现于11月份，持续2个月，到2月底及3月上旬滞育开始解除。本研究结果表明，中华按蚊在上海、无锡是以深滞育(3%)、浅滞育(41%)与静止(56%)的生理状态越冬。

关键词　中华按蚊　滞育　越冬　生理生态

中华按蚊（*Anopheles sinensis* Wied.）为疟疾与丝虫病的重要媒介昆虫，对其越冬生理生态的研究有助于对该蚊越冬机制及其防治的研究。关于中华按蚊越冬曾有数篇报告(马素芳，1954；刘恩溥等，1959；缪建吾等，1962；刘维德，1955；中央卫生研究院华东分院，1952；张军等，1958)，但对该蚊越冬方式及其越冬生理生态的研究却很少。为此，作者于1987年2月至5月及1987年9月至1988年4月在江苏省无锡、扬州与上海市奉贤等地对中华按蚊越冬生理生态进行了较为详细的调查研究，其结果报道如下。

材料与方法

一、冬期活动规律与生理年龄组成　用紫外线灯在猪、牛舍从每天晚上18点到第2天早上6点诱捕蚊虫，将所诱蚊杀死，观察吸血、胃血消化，解剖后查经产、卵巢滤泡发育与受精与否等，方法参照 Detinova (1962) 的介绍(何桂铭等，1965；Detinova, 1962)。

幼虫活动情况是在野外可能的孳生场所每周2次用勺捞查幼虫，了解幼虫孳生与消失情况。

二、吸血活动与生殖营养节奏　越冬前叮吸活动是在10月上、中旬，用紫外线灯(波长2537Å)在猪舍从晚上17点半到第2天早上6点半，每小时诱捕蚊一次，每次换集蚊笼。将所获雌蚊解剖25只，不足25只时全部解剖，了解夜间不同时间进入猪舍蚊数与年龄组成等。

生殖营养节奏除直接观察灯诱蚊等外，并于10月份单管养殖捕获的新饱血蚊(谭璟宪等，1959)，观察生殖营养节奏。

三、越冬场所　用捕虫网口面朝上在户外草堆捕捉成蚊，并用电动吸蚊器等在畜棚、柴木堆、空房、厕所、地下室等场所寻找越冬蚊。

本文于1988年5月收到。
本工作中得到上海奉贤医学专科学校闵继光同志的大力帮助，山西省长治市卫生防疫站亓祥石同志参加了无锡方面的工作，在此致以谢意。

* 山西省运城地区卫生防疫站
** 100071 北京丰台区七里庄路23号甲

四、越冬场所模拟与实验越冬　晚秋季节在稻田周围与猪牛舍附近人工堆积或悬挂稻草与芦苇等诱蚊进入，到第 2 年春季打开草堆寻找成蚊。实验越冬是将自然光照下养殖的成蚊分三笼于 11 月下旬分别放入猪舍、草堆与地坑内，观察生存情况。

五、卵巢发育与滞育情况　从 10 月份开始于户外采到幼虫或养殖蚊在自然日照条件下养殖，待羽化成蚊一周后，人工喂血并解剖观察卵巢发育与滞育情况。将不吸血蚊，卵巢第一、二滤泡最大横径比值≤2.0 的作为浅滞育，≤1.5 的作为深滞育，将比值>2.0 的作为非滞育。从 11 月份开始将捕自野外草堆的成蚊在实验室养殖观察吸血，并解剖观察滞育发生情况。同时解剖畜舍灯诱蚊判断滞育与否及比例。

六、早春活动　从 2 月份开始用紫外线灯在畜舍诱蚊，并从 3 月上旬开始每周 2 次到户外寻找幼虫，了解早期发生时间与场所。

结　　果

一、冬期活动规律与年龄组成　冬期在上海畜舍内当气温超过 10℃ 时，可灯诱到未吸血与新饱血蚊，气温低于 10℃ 时诱不到成蚊，冬期灯诱结果与当地气温变化直接相关。同时发现，傍晚在蚊虫活动时若风力超过 5 级或降雨时灯诱蚊消失。

中华按蚊幼虫于 12 月中旬消失，稻田幼虫消失与人工及雨后积水消失有关，户外幼虫消失顺序为稻田→静水沟→浅水塘、池。采集幼虫的阳性率由 10 月份的 98% 下降到 12 月上旬的 2%。

中华按蚊经产率随冬期进程而逐渐下降，整个越冬期主要为未产蚊，经产蚊主要为产 1 次卵蚊，产 2 次以上比例较少，个别有产 4 次卵的（表 1）。

表 1　越冬期间中华按蚊年龄组成百分比

月份	解剖数（头）	经产（头）	经产率（%）	各生理年龄所占百分比			
				未产数	产 1 次	产 2 次	产 3 次以上
9	30	7	23.3	76.7	20.0	0.0	3.3
10	238	48	20.2	67.6	29.0	2.1	2.3
11	130	25	19.2	80.8	19.0	2.3	0
12	73	1	1.4	98.6	1.4	0	0
1	13	0	0.0	100.0	0.0	0	0
2	4	0	0.0	100.0	0.0	0	0
3	41	1	2.4	97.6	2.4	0	0

表 2　越冬期间畜棚灯诱中华按蚊吸血率

月　份	总蚊数(头)	吸血数(头)	未吸血数(头)	吸血率(%)
9	501	426	75	85.0
10	766	554	212	72.3
11	79	44	35	55.7
12	50	10	40	20.0
1	12	4	8	33.3
2	3	0	0	0.0
3	20	16	4	80.0

二、吸血活动与生殖营养节奏 畜舍灯诱蚊吸血率从 11 月份明显下降，冬期仅 2 月份未捕到吸血蚊，其他月份均诱捕到吸血蚊，3 月份明显增加(表 2,图 1)。冬期吸血蚊生殖营养节奏基本协调，10 月上旬采自野外标本中生殖营养不协调仅占 3.5%，实验室自然日照与变温条件下养殖蚊不协调占 5%，其他各月份均未见此种现象，只是胃血消化与卵巢发育速度减慢(表 3)。

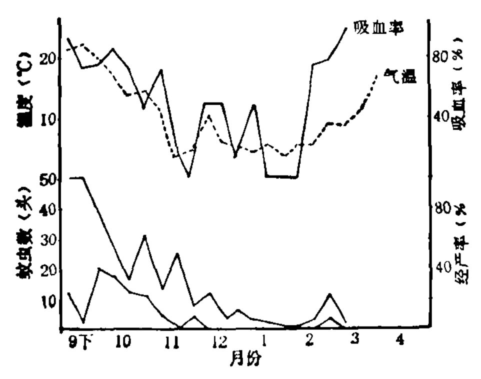


图 1 中华按蚊吸血、经产与气温变化的关系
——蚊虫数 ●——●经产率

冬期野外采获蚊的吸血率为 25—71%，12—2 月份未采到吸血蚊，生殖营养基本协调(表 4)。11 月份采自户外与自然光下养殖蚊人工喂血吸血率仅 13%。

中华按蚊在 10 月中旬于每天黄昏 17 时 30 分开始侵入猪舍 19—20 时数量最多，22 时以后逐渐消失。20 时以前经产蚊较多，吸血率较高(表 5)，吸血蚊生殖营养协调。

三、越冬场所与实验越冬 调查发现，中华按蚊在上海、无锡等地越冬场所主要为当年新鲜稻草与杂草堆，人工堆置、悬挂或包扎、覆盖砖坯、树苗的稻草与杂草中较为常见。早春帐盖人工悬挂稻草捆时，在无锡捕到 17 只未吸血未产卵数，在上海捕到 3 只吸血蚊。在上海人工柴木堆找到 1 只未吸血蚊。猪舍、空房的实验越冬蚊均未活过冬天，草堆中实验蚊与地坑中试验蚊可以越冬。冬期从不同场所获越冬蚊数见表 6。

四、早春活动 中华按蚊早春出现于 3 月上旬，早春出现与气温变化直接相关，气温超过 10℃，在畜棚可灯诱到吸血与未吸血蚊，早期蚊主要为未产卵蚊，但也有个别经产蚊。幼虫于 4 月上旬出现，新蚊于 4 月底及 5 月上旬出现。

五、越冬蚊卵巢发育与滞育 冬期捕获蚊中吸血蚊占 70% 以上，其中受精占 95%，卵巢滤泡主要为 I—III 期，N 期所占比例很少，滤泡比值绝大多数超过 2.0，浅滞育蚊仅占 7% 左右。未吸血蚊受精率与吸血蚊基本相似，滤泡 N 期与 I—III 的比例基本相似，深滞育仅占 2.2%，浅滞育比例为 30% 左右，但绝大多数为非滞育(表 3)。

野外捕获蚊中 N 期滤泡比例较高，浅深滞育比例为 44%；自然光养殖蚊滤泡 N 期比例较高，浅深滞育比例与野外蚊基本相似(表 4)。

夜间叮吸活动蚊滤泡主要为 N 期，基本上为非滞育蚊，只有个别浅滞育蚊(表 5)。

讨 论

一、冬期中华按蚊活动及早春出现与当地气温变化直接相关。从灯诱蚊与气温变化资料分析结果表明，中华按蚊吸血活动所需的最低温度阈值为 10℃，影响冬期活动的因素还有晚间 5 级以上的风力与降雨。因此，据当地气象预报可以预测该蚊冬期活动情况。结果与缪建吾等(1962)报告的生物气候学条件有所相似。上海、无锡地区中华按蚊早春出现与日本 Wada (1973) 报告的长崎中华按蚊苏醒条件基本上一致。冬期蚊主要为未产卵蚊，个别经产蚊可以越冬。

二、本结果表明中华按蚊在上海、无锡等地是以成蚊越冬，越冬时间为 11 月至第 2

表 3　越冬中华按蚊吸血活动与经产及滤泡发育情况

月份	吸血蚊										未吸血蚊								
	解剖数（头）	经产率%	受精率%	不协调与分离率%	滤泡分期(%)			比值范围(%)			解剖数（头）	经产率%	受精率%	滤泡分期(%)			比值范围(%)		
					N	I—II	≥III	≤1.5	≤2.0	>2.0				N	I—II	≥III	≤1.5	≤2.0	>2.0
9下	21	23.8	90	0	0	71.4	28.6	0	0	100	9	22.2	78	44.4	55.6	0	0	0	100
10	171	36.3	90	3.5	11.7	60.8	27.5	0	7	93	67	22.4	87	42	58	0	0	16	84
11	40	37.5	90	0	18	63	20	0	28	73	90	11	93	87	13	0	11	48	30
12	9	0	100	0	33	33	33	0	11	89	64	1.2	97	89	11	0	4.7	64	31.3
1	4	0	100	0	0	0	100	0	0	100	9	0	100	78	33	0	0	44	56
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	100	50	50	0	0	0	100
3	21	4.8	100	0	0	38	61	0	4.8	95	21	0	100	29	52	18	0	43	56
合计	266	25.6	95	3.5	9	38.4	38.6	0	7.3	77.7	262	14.2	93.6	60	38.9	26	2.2	30.7	65.3

表 4　野外捕获与自然日照下养殖中华按蚊生殖及滤泡发育情况

月份	野外捕获蚊												养殖蚊						
	总捕数（头）	雄蚊数（头）	解剖数（头）	吸血率%	受精率%	经产率%	分期(%)			比值(%)			解剖数（头）	分期(%)			比值(%)		
							N	I—II	≥III	≤1.5	≤2.0	>2.0		N	I—II	≥III	≤1.5	≤2.0	>2.0
10	10	3	7	71	89	14	10	50	40	0	29	71	4	75	25	0	25	50	25
11	112	20	48	25	94	2.1	92	8	0	13	58	28	15	100	0	0	7	85	7
12	38	1	33	0	100	3	88	12	0	3	60	37	5	40	60	0	0	40	60
1	5	0	5	0	100	0	100	0	0	0	60	40	0	0	0	0	0	0	0
2	4	0	2	0	100	0	50	50	0	0	0	100	5	40	60	0	0	40	60
3	25	0	25	32	100	0	24	52	24	0	40	60	3	67	32	0	0	32	67
合计	194	24	120	21	97	3.2	61	29	11	3	41	56	32	54	30	0	5	41	37

表5 夜间灯诱中华按蚊叮吸活动与生殖情况比较(猪棚 10 月 11 日)

时间	温度℃	总数(头)	吸血率 %	经产率 %	滤泡期限及大小比值					
					期限范围			比值范围		
					N	I—II	≥III	≤1.5	≤2.0	>2.0
17:30—18.30	25	20	25	20	14	4	2	0	5	15
18:30—	24	14	86	29	4	7	3	0	0	14
19:30—	23	6	100	33	22	4	0	0	0	6
20:30—	23	4	75	0	3	0	1	0	0	4
21:30—	22	3	67	0	2	1	0	0	0	3
22:30—	22	6	67	17	3	1	2	0	1	5
23:30—	22	2	100	0	2	0	0	0	0	2
0:30—	22	4	75	25	1	3	0	0	1	3
1:30—	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2:30—	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3:30—	23	1	100	0	1	0	0	0	1	0
4:30—	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5:30—	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0

表6 上海市奉贤与江苏省无锡地区中华按蚊越冬场所及捕获数量

月份		10	11	12	1	2	3	合计
灯诱畜棚		766	79	50	12	3	20	930
人工捕获(头)	畜棚	13	2	0	1	1	5	22
	空房	1	1	2	2	0	1	7
	柴木堆	—	—	0	1	0	0	1
	杂草	1	20	9	2	1	4	37
	稻草堆	—	87	20	4	0	18	129
	洞穴	—	1	5	0	2	0	8
总计		781	190	86	22	7	48	1234

年 2 月，持续 3 个月左右。主要越冬场所为当年新鲜稻草与杂草及人工堆积或悬挂捆扎的草把内。人工模拟与实验越冬进一步说明该蚊在草堆中越冬。

三、中华按蚊在上海等地越冬前期野外采获标本中未吸血、卵巢未发育所占比例较高，畜舍所采标本中吸血率与卵巢发育者占绝大多数，吸血蚊中仅有个别出现生殖营养不协调现象，但越冬期所捕蚊未见失调现象。因此生殖营养分离与不协调现象并非中华按蚊越冬前与越冬期的特征。

四、表 3、4 结果表明，中华按蚊在上海、无锡等地是以静止与滞育方式在当地越冬，主要为浅滞育，滞育现象发生于 10 月下旬，持续时间较短，一般为 2 个月左右；2 月下旬及 3 月初滞育解除。静止蚊既有未吸血与吸血蚊，也有卵巢已发育及个别经产蚊。未吸血的静止蚊当冬期气温突然升高超过 10℃ 时，可飞离越冬场所进入畜舍寻找血源吸血。因此，在冬期气温高时可在畜舍内灯诱到新饱血蚊与未吸血蚊，结果与何琦报告的基本相似。有人认为中华按蚊在上海以半越冬方式越冬(引自实用疟疾学)，但作者据现场调查与实验认为，用“半越冬”方式来解释上海中华按蚊越冬不妥。因自然光养殖蚊与野外采

获蚊吸血率很低，多数个体卵巢发育停止，表现出滞育现象，而畜舍所诱蚊主要为发育蚊。前人报告只是依据冬期在畜舍可捕到吸血蚊，但并不了解野外蚊与日照及温度对该蚊滞育有无影响。作者据野外蚊与实验养殖蚊研究结果表明，在上海等地中华按蚊是以滞育(主要为浅滞育)与静止两种方式越冬。结果与 Washino (1970) 报告的费氏按蚊 (*Anopheles freeborni*) 基本相似。

参　考　文　献

中央卫生研究院华东分院 1952 南京地区越冬中华按蚊密度调查及卵巢发育情况的调查。中央卫生研究院华东分院 1952 年报 44—6。

马素芳 1954 北京中华按蚊越冬的初步观察。昆虫学报 4(3): 293—8。

刘恩溥等 1959 浙江嘉兴中华按蚊越冬的观察。昆虫学报 9(1): 75—84。

刘维德 1955 上海地区几种常见蚊虫越冬情况的观察。昆虫学报 5(1): 127—8。

何桂铭等 1965 广州地区中华按蚊生理年龄的组成。昆虫学报 14(1): 46—52。

张军等 1958 重庆常见蚊种越冬初步观察。昆虫学报 8(1): 85—92。

缪建吾等 1962 浙江临海地区中华按蚊自然感染马来丝虫及其生物气候学的研究。昆虫学报 11(4): 363—70。

谭璟宪等 1959 中华按蚊生殖营养节奏和生殖营养周环的初步观察。动物学报 11(1): 67—73。

Detinova, T. S. 1962 Age-grouping methods in Diptera of medical importance, with special reference to some vectors of malaria. WHO monogr. Ser 47, Geneva.

Washino, R. K. 1970 Physiological condition of overwintering females *Anopheles freeborni* in California. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 63: 210—16.

Wada, Y. et al. 1973 Ecology of vector mosquito of Japanese encephalitis, especially of *Culex tritaeniorhynchus summorosus;* 5 Overwintering of *Cx. tritaeniorhynchus summorosus* and *Anopheles sinensis*. *Trop. Med.* 15: 11—22

PHYSIOECOLOGICAL STUDY ON OVERWINTERING *ANOPHELES SINENSIS*

Xue Rui-de　Lu Bao-lin　Jin Ma-ju*

(*Institute of Microbiology and Epidemiology, Beijing*)

(**Health and Anti-epidemic Station of Yuncheng District, Shanxi*)

It is well known that *Anopheles sinensis* Wied. overwinters in adult stage. In Shanghai and Wuxi, freshly engored females can be found in livestock sheds when the temperature is above 10°C. from November to early March. Observations on the ovarian development of the females showed that 71.5% of them are in nondiapause state. Fed females present gonotrophic concordances. In addition, a few parous females (1.3%) were collected from the livestock sheds. Observations on the feeding activity and ovarian development of hibernating females collected from fresh rice straw piles and grass showed that 64% of them has entered diapause and 35% failed to diapause (quiescence). The diapause females appeared from November and the state lasted about two months. From the end of February and early March the ovarian diapause began to terminate. The results show that *Anopheles sinensis* overwinters at least in physiological states of diapause (3%), light diapause (41%), and quiescence (56%) in Shanghai and Wuxi.

Key words *Anopheles sinensis*——diapause——overwintering——physio-ecology